

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 37 874.6

Anmeldetag: 19. August 2002

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft,
München/DE

Bezeichnung: Magnetresonanzgerät mit einer verfahr-
baren Gradientenspuleneinheit

IPC: G 01 R 33/385

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 20. Juni 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'W. Wehner'.

Wehner

Beschreibung

Magnetresonanzgerät mit einer verfahrbaren Gradientenspulen-
einheit

5

Die Erfindung betrifft ein Magnetresonanzgerät.

10

Die Magnetresonanztechnik ist eine bekannte Technik unter anderem zum Gewinnen von Bildern eines Körperinneren eines Untersuchungsobjekts. Dabei werden in einem Magnetresonanzgerät einem statischen Grundmagnetfeld, das von einem Grundfeldmagneten erzeugt wird, schnell geschaltete Gradientenfelder überlagert, die von einem Gradientensystem erzeugt werden.

15

Ferner umfasst das Magnetresonanzgerät ein Hochfrequenzsystem, das zum Auslösen von Magnetresonanzsignalen Hochfrequenzsignale in das Untersuchungsobjekt einstrahlt und die ausgelösten Magnetresonanzsignale aufnimmt, auf deren Basis Magnetresonanzbilder erstellt werden.

20

Das Magnetresonanzgerät weist einen Untersuchungsraum mit einem Abbildungsvolumen auf, in dem ein abzubildender Bereich des Untersuchungsobjekts zum Erstellen von Magnetresonanzbildern des abzubildenden Bereichs zu positionieren ist. Dazu umfasst das Magnetresonanzgerät eine wenigstens in einer

25

Richtung verfahrbare Lagerungsvorrichtung, auf der das Untersuchungsobjekt gelagert werden kann. Dabei ist durch ein Verfahren der verfahrbaren Lagerungsvorrichtung samt dem darauf gelagerten Untersuchungsobjekt das Positionieren des abzubildenden Bereichs im Abbildungsvolumen möglich.

30

Das Gradientensystem des Magnetresonanzgeräts umfasst ein Gradientenspulensystem das fest mit dem Grundfeldmagneten verbunden ist. Aus der DE 197 22 481 A1 ist dazu ein Magnetresonanzgerät bekannt, bei dem ein Grundfeldmagnet eine erste Fläche und ein fest eingebautes Gradientenspulensystem eine zweite Fläche aufweisen, wobei die beiden einander zugewandten Flächen voneinander beabstandet angeordnet sind und eine

35

Geräuschminderungseinrichtung zum Dämpfen der Schwingungen des Gradientenspulensystems und/oder zum Versteifen des Gradientenspulensystems in Kontakt mit beiden Flächen angeordnet ist. In einer Ausführungsform ist die Geräuschminderungseinrichtung vorzugsweise aus mindestens einem Kissen gebildet. Ein solches Kissen weist vorzugsweise eine Hülle und einen Kern oder eine Füllung auf. Um eine besonders gute schalldämmende Wirkung zu erzielen, ist das Kissen vorzugsweise elastisch und/oder nachgiebig und/oder flexibel. Bevorzugt liegt das Kissen im Betriebszustand des Magnetresonanzgeräts eng an der ersten und der zweiten Fläche an, ist aber nicht fest mit diesen verbunden. Dadurch kann das Gradientenspulensystem leichter zur Wartung oder zum Austausch demontiert werden. Vorzugsweise weist das Kissen eine aus verschweißter Kunststofffolie gebildete, luftundurchlässige Außenhaut auf. Die Außenhaut besteht bevorzugt aus PVC-Folie, aus Polyethylen-Folie oder aus einer anderen Folie, die luftdicht und verschweißbar ist. In dem Kissen ist bevorzugt eine Schaumstofffüllung aus einem offenporigen Schaumstoff, beispielsweise aus Polyurethan-Schaum, angeordnet. Die Schaumstofffüllung sorgt für eine gute Schalldämmung und außerdem für eine hinreichende Elastizität des Kissens, wenn der Luftdruck im Inneren des Kissens ungefähr gleich dem Außenluftdruck ist. Das Kissen weist bevorzugt einen Anschluss auf, der als Ventil ausgestaltet sein kann. Wenn das Kissen nicht in das Magnetresonanzgerät eingesetzt und das Ventil geöffnet ist, ist das Kissen vorzugsweise dicker als der Abstand zwischen der ersten und der zweiten Fläche. Ist dieses Kissen bei offenem Ventil in das Magnetresonanzgerät eingesetzt, so wird seine Außenhaut von der Schaumstofffüllung gegen die erste und die zweite Fläche gedrückt, wodurch der Spalt zwischen diesen Flächen vollständig ausgefüllt wird. Ein Kissen mit luftdichter Außenhaut und Schaumstofffüllung kann leicht in den Spalt zwischen der ersten und der zweiten Fläche eingeschoben und aus diesem entnommen werden, wenn die in dem Kissen enthaltene Luft so weit abgepumpt wird, dass es durch den Außenluftdruck dünn zusammengepresst wird. In Ausführungsalternativen

der Geräuschminderungseinrichtung ist vorgesehen, das Kissen auf einen leichten Überdruck aufzupumpen und/oder es mit einem anderen Gas oder einer Flüssigkeit zu füllen und/oder die innere Schaumstofffüllung wegzulassen.

5

Des Weiteren ist zusätzlich zu einem fest eingebauten Gradientenspulensystem beispielsweise aus der US 5,185,576 eine sogenannte lokale Gradientenspuleneinheit bekannt, die mit einer lokalen Hochfrequenzantenne kombiniert ist. Dabei ist die lokale Gradientenspuleneinheit mit integrierter lokaler Hochfrequenzantenne für einen speziellen Bereich des Untersuchungsobjekts, beispielsweise dem Kopf eines Patienten, ausgebildet. Dadurch ist die lokale Gradientenspuleneinheit gegenüber dem fest eingebauten Gradientenspulensystem mit kleineren Abmessungen ausführbar, was unter anderem hinsichtlich erzielbaren Gradientenstärken und Leistungsanforderungen an einen die Gradientenspuleneinheit speisenden Gradientenverstärker Vorteile bringt. Die lokale Gradientenspuleneinheit mit integrierter lokaler Hochfrequenzantenne ist dabei derart auf der Lagerungsvorrichtung befestigbar, dass sich die lokale Gradientenspuleneinheit auch bei Betrieb des Magnetresonanzgeräts und den dabei auf sie wirkenden Kräften nicht gegen die Lagerungsvorrichtung bewegt.

25

Eine Aufgabe der Erfindung ist es, ein Magnetresonanzgerät zu schaffen, bei dem eine lokal einsetzbare Gradientenspuleneinheit flexibel fixierbar ist.

30

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Gemäß Anspruch 1 beinhaltet ein Magnetresonanzgerät folgende Merkmale:

35

- Einen Untersuchungsraum zum darin Lagern wenigstens eines Bereichs eines Untersuchungsobjekts,

- eine in einer Verfahrrichtung wenigstens im Untersuchungsraum verfahrbare Gradientenspuleneinheit,
 - eine den Untersuchungsraum umgebende Komponente des Magnetresonanzgeräts, und
- 5 - wenigstens ein, zwischen der Gradientenspuleneinheit und der Komponente anordenbares Kissen, dessen Innendruck zum Fixieren der Gradientenspuleneinheit gegen die Komponente steuerbar ist.
- 10 Dabei beruht die Erfindung auf der Erkenntnis, dass die beispielsweise aus der DE 197 22 481 A1 bekannte, als Kissen ausgebildeten Geräuschminderungseinrichtung auch bei einer verfahrbaren Gradientenspuleneinheit mit Vorteil zum Fixieren einsetzbar ist. Dadurch wird nicht nur der bereits aus der DE
- 15 197 22 481 A1 bekannte Vorteil einer mechanischen Entkoppelung, die einhergeht mit einer Geräuschminderung und einer Minderung des Übertragens von Vibrationen, genutzt, sondern es ergeben sich in Verbindung mit der verfahrbaren Gradientenspuleneinheit weitere Vorteile. So ist die verfahrbare
- 20 Gradientenspuleneinheit, schnell, frei von einer manuellen Verriegelungsbetätigung, fernsteuerbar, beispielsweise über eine entsprechende Pumpe zum Steuern des Innendrucks, und innerhalb des Untersuchungsraums in Verfahrrichtung stufenlos, also an beliebigen Positionen innerhalb des Untersuchungs-
- 25 raums fixierbar, wobei natürlich auch ein Fixieren an immer der gleichen Stelle nicht ausgeschlossen ist.

- Des Weiteren ist das Fixieren über das Kissen dahingehend vorteilhaft, dass für das Anwenden dieser Fixierart abgesehen
- 30 von einem Anbringen des Kissens weder bestehende, den Untersuchungsraum begrenzende Komponenten des Magnetresonanzgeräts noch vorhandene verfahrbare Gradientenspuleneinheiten verändert werden müssen.
- 35 In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist das Kissen in Verfahrrichtung eine Ausdehnung in etwa einer Ausdehnung der Gradientenspuleneinheit auf. Dadurch wird insbesondere bei

einem Kissen das zum großflächigen Aufliegen ausgebildet ist und/oder beim Einsatz mehrerer Kissen aufgrund der großen Auflagefläche eine hohe Sicherheit gegen ein Verrutschen der Gradientenspuleneinheit erreicht.

5

In einer vorteilhaften Ausgestaltung umfasst das Magnetresonanzgerät eine verfahrbare Lagerungsvorrichtung, die auf einer Führungsvorrichtung des Magnetresonanzgeräts verfahrbar ist, und die verfahrbare Gradientenspuleneinheit ist auf der gleichen Führungsvorrichtung verfahrbar ausgebildet. Dabei weist in einer Ausführungsform der Untersuchungsraum wenigstens zwei gegenüberliegende Öffnungen auf, so dass die Lagerungsvorrichtung von der einen Öffnung her und die verfahrbare Gradientenspuleneinheit von der anderen Öffnung her in den Untersuchungsraum hinein verfahren werden können. Dadurch eröffnet sich eine zeiteffiziente Nutzung des Magnetresonanzgeräts, bei der während dem Verfahren der Gradientenspuleneinheit das Untersuchungsobjekt, beispielsweise ein Patient, auf der Lagerungsvorrichtung gelagert wird. Nach dem Lagern des Patienten wird sodann die Lagerungsvorrichtung samt den darauf gelagerten Patienten in den Untersuchungsraum eingefahren, wo die Gradientenspuleneinheit bereits richtig positioniert und fixiert wartet.

25 Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus dem im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Figur.

Die Figur zeigt als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung einen Längsschnitt durch ein Magnetresonanzgerät mit einer, in wenigstens einer Verfahrrichtung 65 verfahrbaren Gradientenspuleneinheit 60. Das Magnetresonanzgerät umfasst zum Erzeugen eines statischen Grundmagnetfeldes einen im Wesentlichen hohlzylinderförmigen supraleitenden Grundfeldmagneten 10. In der Höhlung des Grundfeldmagneten 10 ist ein ebenfalls im Wesentlichen hohlzylinderförmiges Gradientenspulensystem 20 zum Erzeugen von Gradientenfeldern fest eingebaut. Dabei umfasst

das fest eingebaute Gradientenspulensystem 20 drei Gradientenspulen, zu den Gradientenspulen zugehörige Abschirmspulen, Kühl- und Shim-Einrichtungen. In der Höhlung des Gradientenspulensystems 20 ist wiederum eine im Wesentlichen hohlzylinderförmige Ganzkörperantenne 30 zum Senden von Hochfrequenzsignalen und zum Empfangen von Magnetresonanzsignalen fest eingebaut, wobei eine Höhlung der Ganzkörperantenne 30 im Wesentlichen einen Untersuchungsraum 40 zum darin Lagern wenigstens eines Bereichs eines Untersuchungsobjekts, beispielsweise eines Patienten, definiert.

Mit einer verfahrbaren Lagerungsvorrichtung 50 ist es möglich, das auf der Lagerungsvorrichtung 50 gelagerte Untersuchungsobjekt bezüglich des in der Figur dargestellten Längsschnitts von links in den Untersuchungsraum 40 einzubringen. Dabei ist die Lagerungsvorrichtung 50 auf einer Führungsvorrichtung 55 verfahrbar gelagert. Die Lagerungsvorrichtung 50 umfasst dabei an einem Fußende der Lagerungsvorrichtung 50 eine Anschlusseinheit 52, an der unter anderem ein Schlauch eines Vakuumkissens angeschlossen werden kann, das zur bequemen und stabilen des Patienten auf die Lagerungsvorrichtung 50 gelegt wird. Dabei wird aus dem mit Styroporkugeln gefüllten Vakuumkissen nach einem Positionieren eines Körperteils des Patienten auf dem Vakuumkissen über den Schlauch Luft abgesaugt, so dass sich die Form des Vakuumkissens stabilisiert.

Die verfahrbare Gradientenspuleneinheit 60 ist wenigstens in einen Teil des Untersuchungsraums 40 verfahrbar. Dabei umfasst die Gradientenspuleneinheit 60 zum Erzeugen von Gradientenfeldern wenigstens eine, bis hinauf zu drei Gradientenspulen und je nach Einsatzerfordernissen gegebenenfalls zu den Gradientenspulen zugehörige Abschirmspulen, Kühl- und Shim-Einrichtungen und/oder ist mit einer lokalen Hochfrequenzantenne kombiniert. Ein Verfahren der Gradientenspuleneinheit 60 kann dabei sowohl von Hand als auch unter Zuhilfenahme eines motorischen Antriebs erfolgen. Die verfahrbare

Gradientenspuleneinheit 60 ist dabei wie die Lagerungsvorrichtung 50 auf der Führungsvorrichtung 55 verfahrbar ausgebildet, was insbesondere bei einem Gewicht der Gradientenspuleneinheit 60 unproblematisch ist, das in etwa kleiner einem zulässigen Belastungsgewicht der Lagerungsvorrichtung 50 ist. Erst bei einem Gewicht der Gradientenspuleneinheit 60 von größer in etwa 200 kg sind besondere Maßnahmen vorzusehen. Die für eine Versorgung der Gradientenspuleneinheit 60 notwendigen elektrischen Anschluss- und gegebenenfalls Kühlversorgungsleitungen 62 sind der Gradientenspuleneinheit 60 von rechts zugeführt.

Für ein Fixieren der Gradientenspuleneinheit 60 an einer beliebigen Position innerhalb der Ganzkörperantenne 30 sind mehrere in Umfangsrichtung verteilte Kissen 70 mit der Gradientenspuleneinheit 60 verklebt. Jedes Kissen 70 weist eine gasdichte Außenhaut 72 auf, die aus zwei miteinander verschweißten Stücken einer PVC-Folie besteht. An einer Stelle der umlaufenden Schweißnaht ist ein, mit einem Ventil 77 ausgebildeter Anschluss 76 gasdicht eingesetzt. Die Außenhaut 72 umschließt eine, aus einem offenzelligen Polyurethan-Schaum gebildete Schaumstofffüllung 74, die flächig mit der Außenhaut 72 verklebt ist.

Bei einem Verfahren der Gradientenspuleneinheit 60 sind die Kissen 70 evakuiert und die Ventile 77 geschlossen. Nachdem die Gradientenspuleneinheit 60 wunschgemäß positioniert ist, werden zum Fixieren der Gradientenspuleneinheit 60 gegen die Ganzkörperantenne 30 die Ventile 77 geöffnet, so dass im Inneren der Kissen 70 ungefähr der Außenluftdruck herrscht. Die Kissen 70 sind so dimensioniert, dass die Außenhäute 72 dann von den Schaumstofffüllungen 74 an die Ganzkörperantenne 30 und die Gradientenspuleneinheit 60 angedrückt werden. Der Abstand zwischen der Ganzkörperantenne 30 und der Gradientenspuleneinheit 60 ist dann vollständig ausgefüllt, so dass die Gradientenspuleneinheit 60 fixiert ist und gleichzeitig bei

Betrieb der Gradientenspuleneinheit 60 auftretende Schwingungen wirksam gedämpft werden.

Für ein Beweglichmachen der Gradientenspuleneinheit 60 wird
5 Luft über die Anschlüsse 76 abgepumpt. Der äußere Luftdruck presst nun die Kissen 70 zusammen und die Ventile 77 werden geschlossen, so dass die Gradientenspuleneinheit 60 wieder
10 verfahren werden kann. Zum Abpumpen können die Anschlüsse 76 über ein Schlauchsystem 79 mit der Anschlusseinheit 52 am Anschlusspunkt für die Vakuumkissen verbunden werden. Bei anderen
Magnetresonanzgeräten, die keine Einrichtungen für Vakuumkissen besitzen kann auch eine separate Einheit zum Abpumpen von Luft an die Kissen 70 angeschlossen werden.

15 Nach dem Einstellen einer neuen Position der Gradientenspuleneinheit 60 innerhalb der Ganzkörperantenne 30 werden die Ventile 77 wieder geöffnet, so dass Luft in die Kissen 70 strömt. Die Kissen 70 gewinnen wieder an Elastizität und Dicke und fixieren dadurch im Klemmsitz die Gradientenspulen-
20 einheit 60.

In Ausführungsalternativen der Kissen 70 ist vorgesehen, die Kissen 70 auf einen leichten Überdruck aufzupumpen und/oder sie mit einem anderen Gas als Luft oder einer Flüssigkeit zu
25 füllen und/oder die innere Schaumstofffüllung 74 wegzulassen.

Patentansprüche

1. Magnetresonanzgerät, beinhaltend folgende Merkmale:

- Einen Untersuchungsraum (40) zum darin Lagern wenigstens
5 eines Bereichs eines Untersuchungsobjekts,
- eine in einer Verfahrerrichtung (65) wenigstens im Untersu-
chungsraum (40) verfahrbare Gradientenspuleneinheit (60),
- eine den Untersuchungsraum (40) umgebende Komponente des
Magnetresonanzgeräts, und
- 10 - wenigstens ein, zwischen der Gradientenspuleneinheit (60)
und der Komponente anordenbares Kissen (70), dessen Innen-
druck zum Fixieren der Gradientenspuleneinheit (60) gegen
die Komponente steuerbar ist.

- 15 2. Magnetresonanzgerät nach Anspruch 1, wobei das Kissen
(70) derart gestaltet ist, dass durch ein Absenken des Innen-
drucks unter einen Umgebungsluftdruck eine Dicke des Kissens
(70) so weit verringerbar ist, dass bei zwischen der Gradien-
tenspuleneinheit (60) und der Komponente angeordnetem Kissen
20 (70) die Gradientenspuleneinheit (60) verfahrbar ist.

3. Magnetresonanzgerät nach Anspruch 2, wobei das Kissen
(70) evakuierbar ausgebildet ist.

- 25 4. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei das Kissen (70) derart gestaltet ist, dass bei einem
Innendruck ungefähr gleich einem Umgebungsluftdruck bei zw-
ischen der Gradientenspuleneinheit (60) und der Komponente an-
geordnetem Kissen (70) die Gradientenspuleneinheit (60) fi-
30 xiert ist.

5. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei das Kissen (70) derart gestaltet ist, dass durch ein
Erhöhen des Innendrucks über einen Umgebungsluftdruck bei
35 zwischen der Gradientenspuleneinheit (60) und der Komponente
angeordnetem Kissen (70) die Gradientenspuleneinheit (60) fi-
xiert ist.

6. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Kissen (70) eine gasdichte Außenhaut (72) umfasst.

5

7. Magnetresonanzgerät nach Anspruch 6, wobei die Außenhaut (72) zum Steuern des Innendrucks einen Anschluss (76) mit einem Ventil (77) umfasst.

10 8. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Kissen (70) wenigstens teilweise mit einem Gas und/oder einem Schaum und/oder einem Schaumstoff (74) und/oder einer Flüssigkeit gefüllt ist.

15 9. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Kissen (70) in der Verfahrrichtung (65) mit einer Ausdehnung, die in etwa gleich einer Ausdehnung der Gradientenspuleneinheit (60) ist, ausgebildet ist.

20 10. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Kissen (70) mit der Gradientenspuleneinheit (60) verbunden ist.

25 11. Magnetresonanzgerät nach Anspruch 10, wobei das Kissen (70) mit der Gradientenspuleneinheit (60) verklebt ist.

12. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Komponente derart ausgebildet ist, dass die Gradientenspuleneinheit (60) dagegen fixierbar ist.

30

13. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Komponente eine Ganzkörperantenne (30) des Magnetresonanzgeräts umfasst.

35 14. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei das Magnetresonanzgerät Mittel (52) zum Steuern des Innendrucks umfasst.

15. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei der Untersuchungsraum (40) durch die Komponente zylinderförmig begrenzt ist.

5

16. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei die Gradientenspuleneinheit (60) hohlzylinderförmig ausgebildet ist.

10

17. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei das Magnetresonanzgerät eine verfahrbare Lagerungsvorrichtung (50) und eine Führungsvorrichtung (55), auf der die Lagerungsvorrichtung (50) verfahrbar ist, umfasst und die Gradientenspuleneinheit (60) auf der Führungsvorrichtung (55) verfahrbar ausgebildet ist.

15

18. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei der Untersuchungsraum (40) wenigstens zwei gegenüberliegende Öffnungen aufweist und eine verfahrbare Lagerungsvorrichtung (50) von der einen Öffnung her und die Gradientenspuleneinheit (60) von der anderen Öffnung her in den Untersuchungsraum (40) hinein verfahrbar sind.

20

25

Zusammenfassung

Magnetresonanzgerät mit einer verfahrbaren Gradientenspuleneinheit

5

Ein Magnetresonanzgerät beinhaltet folgende Merkmale:

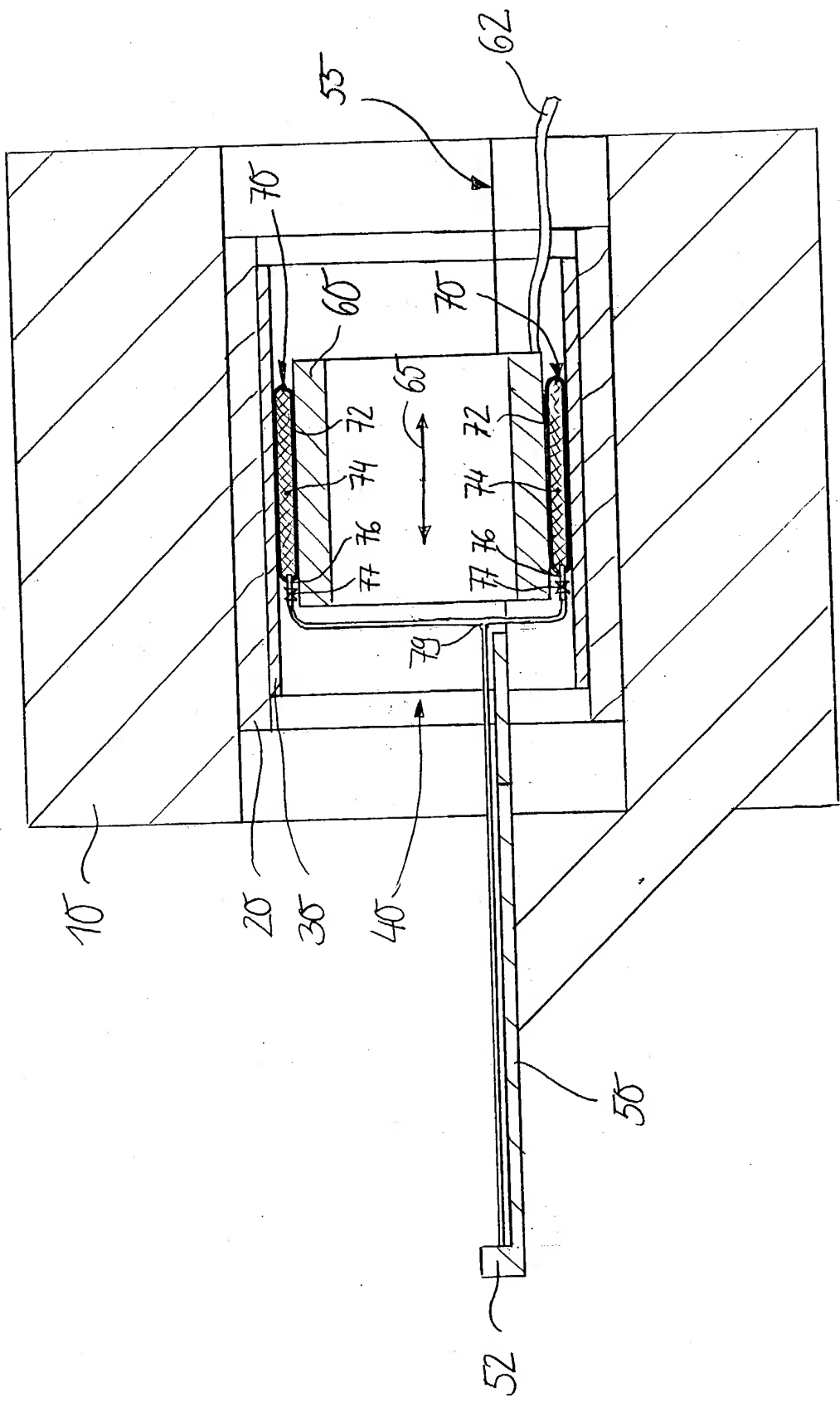
- Einen Untersuchungsraum (40) zum darin Lagern wenigstens eines Bereichs eines Untersuchungsobjekts,
- eine in einer Verfahrrichtung (65) wenigstens im Untersuchungsraum (40) verfahrbare Gradientenspuleneinheit (60),
- eine den Untersuchungsraum (40) umgebende Komponente des Magnetresonanzgeräts, und
- wenigstens ein, zwischen der Gradientenspuleneinheit (60) und der Komponente anordenbares Kissen (70), dessen Innendruck zum Fixieren der Gradientenspuleneinheit (60) gegen die Komponente steuerbar ist.

10

15

Figur

20



FIG